

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

Кафедра електричної інженерії

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор

_____ Леонід Бачурін

«_____» _____ 20__ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК13 Електричні вимірювання

Рівень освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Мова навчання: українська

Робоча програма навчальної дисципліни «Електричні вимірювання» для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка (ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», бакалавр)

« ____ » _____ 2021 року, 8 с.

Розробник: Нємцев Е.М., старший викладач кафедри електричної інженерії

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри електричної інженерії

Протокол № 3 від « 30 » 09 2021 р.

Завідувач кафедри електричної інженерії

_____ к.т.н., доц. Колларов О.Ю.

(підпис)

« ____ » _____ 20__ р

Схвалено Науково-методичною комісією галузі знань 14 Електрична інженерія

Протокол № ____ від « ____ » _____ 20__ р.

« ____ » _____ 20__ р. Голова _____ (_____) (підпис) (прізвище та ініціали)

1. Загальна інформація

Форма навчання	Денна	Заочна
Статус	Професійної підготовки	
Обсяг в кредитах ЄКТС	5	5
Обсяг в годинах за навчальним планом, разом: в тому числі:	150	150
лекції:	32	6
практичні заняття:	32	4
лабораторні заняття:	—	—
семінари:	—	—
самостійна робота:	86	140
Форма підсумкового контролю	Екзамен	
Дисципліну викладають	Нємцев Едуард Миколайович http://elin.donntu.edu.ua eduard.niemtsev@donntu.edu.ua Придятько Ігор Владиславович http://elin.donntu.edu.ua ihor.prydatko@donntu.edu.ua	

Передумови для вивчення дисципліни: «Фізика», «Вища математика».

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення дисципліни «Електричні вимірювання» є вивчення засобів та процесів, пов'язаних з вимірюванням електричних величин у електротехнічних пристроях з кількісного і якісного боків.

Дисципліна «Електричні вимірювання» вивчається у третьому семестрі освітньої програми поряд з дисциплінами «Іноземна мова за професійним спрямуванням. Частина 1», «Теорія електричних кіл», «Теоретичні основи електротехніки. Частина 1», «САПР в енергетиці», «Охорона праці та БЖД».

Загальні компетентності:

ІК1. Здатність розв'язувати спеціалізовані задачі та вирішувати практичні проблеми під час професійної діяльності у галузі електроенергетики, електротехніки та електромеханіки або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів фізики та інженерних наук і характеризуються комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК05. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК06. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК07. Здатність працювати в команді.

ЗК08. Здатність працювати автономно.

Фахові компетентності:

ФК2. Здатність вирішувати практичні задачі із залученням методів математики, фізики та електротехніки.

ФК3. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з роботою електричних систем та мереж, електричної частини станцій і підстанцій та техніки високих напруг.

ФК4. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами метрології, електричних вимірювань, роботою пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики.

ФК6. Здатність вирішувати комплексні спеціалізовані задачі і практичні проблеми, пов'язані з проблемами виробництва, передачі та розподілення електричної енергії.

ФК9. Усвідомлення необхідності підвищення ефективності електроенергетичного, електротехнічного та електромеханічного устаткування.

ФК10. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

Програмні результати навчання:

ПР01. Знати і розуміти принципи роботи електричних систем та мереж, силового обладнання електричних станцій та підстанцій, пристроїв захисного заземлення та грозозахисту та уміти використовувати їх для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.

ПР02. Знати і розуміти теоретичні основи метрології та електричних вимірювань, принципи роботи пристроїв автоматичного керування, релейного захисту та автоматики, мати навички здійснення відповідних вимірювань і використання зазначених пристроїв для вирішення професійних завдань.

ПР10. Знаходити необхідну інформацію в науково-технічній літературі, базах даних та інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність.

ПР18. Вміти самостійно вчитися, опановувати нові знання і вдосконалювати навички роботи з сучасним обладнанням, вимірювальною технікою та прикладним програмним забезпеченням.

ПР19. Застосовувати придатні емпіричні і теоретичні методи для зменшення втрат електричної енергії при її виробництві, транспортуванні, розподіленні та використанні.

3. Очікувані результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни «Електричні вимірювання» студент повинен:

знати:

- теоретичні положення метрології як науково-технічного напрямку галузі;
- методи вимірювання основних фізичних величин;
- класифікацію та принципи аналізу і розрахунку похибок вимірювань;
- теоретичні підстави побудови електровимірювальної техніки на різній елементній базі;
- методи застосування електровимірювальної техніки для оцінки режимів і параметрів електротехнічних та електроенергетичних об'єктів.

вміти:

- обґрунтовано вибирати метод вимірювання і електровимірювальну техніку;
- складати схеми вимірювань, володіти практичними навичками користування електровимірювальними технічними засобами;
- оцінювати похибку вимірювань.

4. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами представлення результатів навчання дисципліни «Електричні вимірювання» є:

- екзамен, що проводиться у письмовий формі в обсязі матеріалу, визначеного навчальною програмою дисципліни «Електричні вимірювання» і в терміни, встановлені навчальним планом.
- на практичних заняттях, шляхом проведення опитування для оцінки рівня засвоєння студентом поточної теми. Поточний контроль має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Контроль за навчально-пізнавальною діяльністю здійснюється у фронтальній, груповій, індивідуальній формах, перевірки виконання ситуативних задач тощо. Оцінка наданих відповідей здійснюється шляхом виставлення відповідних балів, які сумуються протягом семестру.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Під час семестрового контролю враховуються результати виконання практичних відповідно до розподілу балів, які отримують студенти:

– д.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
5	5	5	5	5	5	5	5	40	60	100
3	3	3	3	3	3	3	3	24	60	84

– з.ф.н.:

Пр. 1	Пр. 2	Пр. 3	Пр. 4	Пр. 5	Пр. 6	Пр. 7	Пр. 8	Поточний контроль	Іспит	Максимальний бал
10	10	–	–	–	10	10	–	40	60	100
6	6	–	–	–	6	6	–	24	60	84

Примітки: 1) Пр1, Пр2 і т.д практичні роботи;

2) У числівнику максимальний бал – при своєчасному та правильному виконанні, у знаменнику – мінімальний (при правильному, але несвоечасному виконанні).

Оцінювання проводиться з урахуванням вимог «Положення про організацію освітнього процесу». Результати підсумкового контролю оцінюються за 100-бальною шкалою та чотирибальною («відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно»). Відповідність між шкалами встановлюється наступним чином:

Оцінка	
За 100-бальною шкалою	Для екзамену, курсового проекту(роботи), практики, диференційованого заліку, кваліфікаційного екзамену, випускної кваліфікаційної (дипломної) роботи (проекту)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

6 Програма навчальної дисципліни

6.1. Основні теми дисципліни

Тема 1. Основи метрології.

Введення до метрології. Основні поняття метрології. Види і методи вимірювань. Еталони. Засоби вимірювальної техніки. Забезпечення єдності вимірювань. Міжнародна система одиниць. Нормальні, робочі та граничні умови проведення вимірювань.

Тема 2. Метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.

Поняття засобу вимірювання. Регламентація метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки. Класифікація вимірювальних приладів. Діапазони та показники точності вимірювань приладів. Класи точності. Представлення результатів вимірювань. Обчислення значення вимірюваної величини.

Тема 3. Похибки вимірювань.

Складові похибок вимірювань. Методи зменшення похибок. Числові оцінки похибок. Класи точності засобів вимірювальної техніки. Процедура оцінювання похибки вимірювань. Вимірювальний експеримент. Проведення і опрацювання результатів однофакторного вимірювального експерименту. Похибки вимірювального експерименту.

Тема 4. Електромеханічні вимірювальні прилади.

Фізичні основи роботи. Магнітоелектричні, випрямні і термоелектричні прилади. Електромагнітні, електродинамічні, феродинамічні, електростатичні прилади. Індукційні лічильники електричної енергії.

Тема 5. Цифрові вимірювальні прилади.

Методи перетворення вимірювальної величини у цифровий код. Режими роботи цифрових приладів. Похибки цифрових приладів. Цифрові вимірювальні прилади послідовної лічби, послідовного наближення і зчитування. Цифрові прилади, що реєструють. Комп'ютерні вимірювальні пристрої. Віртуальні вимірювальні прилади.

Тема 6. Вимірювальні перетворювачі електричних величин.

Призначення і основні типи перетворювачів електричних величин. Шунти. Додаткові опори. Подільники напруги. Вимірювальні трансформатори струму і напруги. Вимірювальні підсилювачі. Функціональні перетворювачі. Уніфіковані перетворювачі.

Тема 7. Технології вимірювання електричних величин у трифазних мережах.

Вибір методу та типу вимірювальної апаратури. Особливості вимірювання малих і великих струмів і напруг. Вимірювання потужності і енергії трифазних мереж. Сучасні лічильники електричної енергії. Вимірювання показників якості електричної енергії.

Тема 8. Вимірювання неелектричних величин електровимірювальними приладами.

Принципи будови електровимірювальних приладів неелектричних величин. Параметричні і генераторні перетворювачі неелектричних величин. Огляд методів і способів вимірювання неелектричних величин.

6.2. Теми практичних (семінарських) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Практична робота 1 (до теми 1). Основні поняття метрології. Одиниці вимірювань електричних величин.	4	1
2	Практична робота 2 (до теми 2). Метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.	4	1
3	Практична робота 3 (до теми 3). Визначення похибок прямих і непрямих вимірювань.	4	—
4	Практична робота 4 (до теми 4). Огляд конструктивних особливостей та принципу дії основних типів стрілочних приладів.	4	—
5	Практична робота 5 (до теми 5). Огляд функціональних схем цифрових вимірювальних приладів.	4	—
6	Практична робота 6 (до теми 6). Огляд схем вимірювання струмів і напруг у електричних ланцюгах.	4	1
7	Практична робота 7 (до теми 7). Огляд схем вимірювання потужності у ланцюгах змінного струму.	4	1
8	Практична робота 8 (до теми 8). Огляд технологій вимірювання неелектричних величин.	4	—
Усього годин		32	4

6.3. Теми лабораторних занять

Навчальним планом не передбачено.

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Д.ф.н.	З.ф.н.
1	Тема 1. Основи метрології.	10	17
2	Тема 2. Метрологічні характеристики засобів вимірювальної техніки.	11	18
3	Тема 3. Похибки вимірювань.	11	18
4	Тема 4. Електромеханічні вимірювальні прилади.	11	17
5	Тема 5. Цифрові вимірювальні прилади.	11	18
6	Тема 6. Вимірювальні перетворювачі електричних величин.	11	18
7	Тема 7. Технології вимірювання електричних величин у трифазних мережах.	11	17
8	Тема 8. Вимірювання неелектричних величин електровимірювальними приладами.	10	17
Усього годин		86	140

6.5. Індивідуальні та/або групові завдання

Навчальним планом не передбачено.

7. Література

7.1. Основна

1. Основи метрології та електричні вимірювання: Навч. посібник / [М. Дорожовець, Р. Івах, В. Мотало та ін.]. – За ред. д-ра техн. наук Б. Стадника. – Львів: Вид-во Національного університету «Львівська політехніка», 2011. – 372 с.
2. "Електричні вимірювання: навчальний посібник / Л. Д. Дудюк та ін. – Львів: Афіша, 2003. – 272с.
3. Вимірювальні перетворювачі (сенсори): підручник / В. М. Ванько, Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, В. О. Яцук, Ю. В. Яцук; ред.: Є. С. Поліщук, В. М. Ванько; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2015. – 580 с.
4. "Основи метрології та електричних вимірювань: підручник / В. В. Кухарчук, В. Ю. Кучерук, Є. Т. Володарський, В. В. Грабко, за ред. проф. Кухарчука В. В. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2013. – 538 с."
5. Лавренова Д. Л. Основи метрології та електричних вимірювань: навч. посіб. / Д.Л. Лавренова, В.М. Хлистов. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.
6. Засоби та методи вимірювання неелектричних величин: підручник / Є. С. Поліщук, М. М. Дорожовець, Б. І. Стадник, О. В. Івахів, Т. Г. Бойко, А. А. Ковальчик; за ред. Є. С. Поліщука. – Львів: Бескид Біт, 2008. – 618 с.

7.2. Допоміжна

1. Поліщук Є.С. Метрологія та вимірювальна техніка: підручник / Є.С. Поліщук; Львів: Новий світ, 2003. – 460 с.
2. Котур В. І. Електричні виміри і електровимірювальні прилади: підручник / В.І. Котур, М.Н. Скомська, Н.Н. Храмова; К. : Енергоіздат, 1996. – 324 с.
3. Панфилов В.А. Электрические измерения – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 288 с.
4. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1994.
5. ДСТУ 2681-94. Метрологія. Метрологічне забезпечення. Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1994.
6. ДСТУ 3540-97 Електронні засоби вимірювальної техніки для електричних та магнітних величин. Терміни та визначення.
7. Демидова-Панферова Р. М. Задачи и примеры расчетов по электроизмерительной технике: учеб. пособие для вузов / Р.М. Демидова-Панферова, В.Н. Малиновский, Ю.С. Солодов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 192 с.

7.3. Методична

1. Методичні рекомендації до проведення практичних занять з дисципліни «Електричні вимірювання».

8. Інформаційні ресурси

1. <https://metrology.com.ua/ntd/skachat-dstu-gost-gost-r/dstu/dstu-2681-94/> – ДСТУ 2681-94. Метрологія. Терміни та визначення.
2. <http://uas.org.ua/ua/> – Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості».
3. https://dnaop.com/html/43860/doc-%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_2709-94 – ДСТУ 2709-94. Автоматизовані системи керування технологічними процесами. Метрологічне забезпечення. Основні положення.